

# UE1 (Biochimie)

## Fiche de cours N°1

### Acides aminés, peptides et protéines (Partie n°1)

☛ Symboles utilisés :



Notions nouvelles au sein du cours

✱ Notion tombée **une fois** au concours

✱ ✱ Notion tombée **deux fois** au concours

✱ ✱ ✱ Notion tombée **trois fois ou plus** au concours

## Introduction

**I- STRUCTURE, SYNTHÈSE ET RÔLES DES PROTÉINES**

Les **protéines** sont des molécules de grande taille (= macromolécules), au même titre que les **acides nucléiques** et les **polysaccharides**. Les protéines sont constituées d'unités monomériques : les **acides aminés**.

**A- STRUCTURE GÉNÉRALE DES PROTÉINES**

=> On distingue 2 grands groupes de protéines :

**1 LES HOLOPROTÉINES**

= Enchaînement d'**acides aminés uniquement**.

**2 LES HÉTÉROPROTÉINES :**

= Enchaînement d'**acides aminés** + **groupement non protéique** de type **organique** (lipide, glucide), **minéral** ou **métallique**.

**B- RÔLES PRINCIPAUX DES PROTÉINES**

Les **protéines** sont des éléments essentiels à la **vie de la cellule** : elles se localisent partout dans la cellule (ubiquitaires) et jouent des rôles divers et variés :

- **Biocatalyse** (ex : les enzymes)
- **Communication** (ex : insuline, hormones de croissance, EPO)
- **Transport** (pour éléments insolubles = cortisol) + rôle de l'hémoglobine dans le transport de l'O<sub>2</sub> dans le sang.
- **Structure et protection** (ex : collagène, kératine)
- **Motilité active** (ex : actine et myosine)
- **Immunité** (ex : les immunoglobulines)
- **Coagulation sanguine** (ex : facteurs de coagulation)

👉 **PAS DE RÔLE ÉNERGÉTIQUE** (sauf cas extrême)

**3- SYNTHÈSE DES PROTÉINES**

Les protéines sont assemblées à partir des **acides aminés** en fonction de l'information présente dans les **gènes**. Leur synthèse se fait en deux étapes :

- La **transcription** où la **séquence d'ADN** codant le gène associé à la protéine est transcrite en **ARN messager**.
- La **traduction** où l'**ARN messager** est traduit en protéine, au niveau des ribosomes en fonction du **code génétique**.



## II- STRUCTURE, RÔLES ET ORIGINE DES ACIDES AMINÉS (= AA)

Dans le monde vivant, on peut retrouver **2 catégories** d'acides aminés :

- Les **AA constitutifs** des protéines : ils sont appelés « **acides aminés protéinogènes** » et sont au nombre de **20**.
- Les **dérivés d'acides aminés** : ils se trouvent à l'état libre et jouent un rôle métabolique important.

### A) STRUCTURE GENERALE D'UN ACIDE AMINE

Les acides aminés sont composés :

- d'un **carbone  $\alpha$**  lié à la fois à une **fonction amine** ( $\text{NH}_2$ ) et à une **fonction acide carboxylique** ( $\text{COOH}$ )
- d'une **chaîne latérale** qui varie d'un acide aminé à l'autre => noté **R** pour radical

#### REMARQUES

- Tous les acides aminés possèdent au moins **1 C\*** (= Carbone  $\alpha$ ) SAUF la glycine (car R = H)
- Tous les acides aminés sont de la série **L**

### B) RÔLES DES ACIDES AMINÉS (AA)

	ROLE DE STRUCTURE	ROLE METABOLIQUE	ROLE DE MEDIEUR
<b>EXEMPLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La <b>Sérine</b> =&gt; précurseur de l'<b>éthanolamine</b>, qui est un <b>composant des phospholipides</b> membranaires.</li> <li>➤ La <b>Glycine</b> =&gt; précurseur de l'<b>hème</b> (partie non protéique de l'hémoglobine).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'<b>asparagine</b> et <b>glutamine</b> =&gt; <b>Transport de l'azote</b> dans le sang.</li> <li>➤ Certains AA servent de <b>substrats au cycle de Krebs</b> (métabolisme énergétique).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L'<b>acide glutamique</b> et l'<b>acide aspartique</b> =&gt; rôle <b>excitateur</b> dans la transmission de l'influx nerveux.</li> <li>➤ La <b>Glycine</b> et le <b>GABA</b> =&gt; rôle <b>inhibiteur</b> dans la transmission de l'influx nerveux.</li> <li>➤ <b>Amines biogènes</b> (issus de la décarboxylation des AA) =&gt; rôle de <b>neuromédiateur</b>.</li> </ul>

### C) ORIGINE DES ACIDES AMINÉS (AA)

CHEZ LA BACTERIE	CHEZ L'HOMME
La synthèse d'AA débute par la formation d'ammoniac et la fixation d'azote.	<b>PAS de fixation d'azote</b> => le mécanisme de synthèse est plus complexe : utilisation de certains AA apportés par l'alimentation (=AA indispensables) pour synthétiser d'autres AA.

## Les acides aminés

## I- CLASSIFICATION DES ACIDES AMINES

Les acides aminés peuvent être classés selon 3 critères :

- La **structure** du radical, c'est-à-dire selon la nature chimique du groupement R ;
- La **polarité** de la chaîne latérale: Le **caractère polaire** de la **chaîne latérale** d'un acide aminé **conditionne l'hydrophilie** et **détermine la conformation** des chaînes polypeptidiques en milieu aqueux ;
- Le **caractère essentiel** des acides aminés: Certains AA **ne peuvent être synthétisés** par l'homme : Ils sont dits **essentiels**.

## A) CLASSIFICATION SELON LA STRUCTURE DU RADICAL

## 1- LES ACIDES AMINES ALIPHATIQUES

= composés carbonés **acycliques** ou **cycliques**, saturés ou insaturés

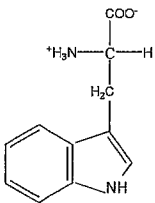
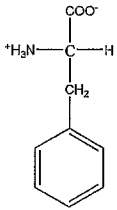
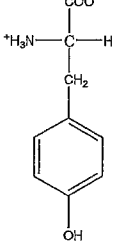
☛ **exclusion des composés aromatiques**

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (pH 7)
<b>1</b> GLYCINE (GLY)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pas de C*</li> <li>➤ Chaîne latérale <b>non ramifiée</b></li> <li>➤ Le <b>plus petit</b> des AA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Précurseur de l'hème</li> <li>➤ Compose les <b>acides biliaires</b></li> <li>➤ Facilite le <b>repliement des protéines</b> (pas d'encombrement stérique).</li> <li>➤ <b>Inhibe</b> la <b>transmission</b> de l'influx nerveux.</li> </ul>	nulle (=AA neutre)
<b>2</b> ALANINE (ALA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Chaîne latérale <b>non ramifiée</b> ☛ et peu encombrante ☛</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Précurseur de la <b>Sérine</b></li> <li>➤ Précurseur de la <b>Cystéine</b></li> <li>➤ <b>Facilite</b> le <b>repliement des protéines</b> car faible encombrement stérique.</li> </ul>	nulle (=AA neutre)
<b>3</b> VALINE (VAL)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Chaîne latérale à <b>3 C</b></li> <li>➤ Chaîne latérale <b>branchée (ramifiée)</b></li> </ul>	-	nulle (=AA neutre)
<b>4</b> LEUCINE (LEU)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Chaîne latérale à <b>4 C</b>,</li> <li>➤ Chaîne latérale <b>branchée (ramifiée)</b></li> </ul>	-	nulle (=AA neutre)
<b>5</b> ISOLEUCINE (ILE)		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>2 C*</b> ☛ (dont 1 au niveau du R ☛)</li> <li>➤ Chaîne latérale à <b>4 C</b></li> <li>➤ Chaîne latérale <b>branchée (ramifiée)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Participe à la <b>production d'énergie</b> pour les muscles</li> <li>➤ Nécessaire à la <b>formation de l'hémoglobine</b> ☛</li> <li>➤ Participe à la <b>régulation de la glycémie</b></li> </ul>	nulle (=AA neutre)

☛ plus le nombre de carbones ↑ dans la chaîne latérale, plus le caractère hydrophobe ↑ : donc isoleucine + hydrophobe que la valine

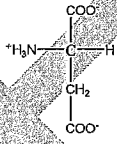
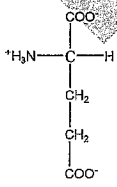
## 2- LES ACIDES AMINES AROMATIQUES ⚡

= Possèdent un cycle aromatique dans le radical : le Trp, la Phe et la Tyr sont donc des acides aminés cycliques ⚡

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (pH 7)
① TRYPTOPHANE (TRP)		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 1 C*</li> <li>&gt; Noyau pyrrole + noyau benzène = <b>INDOLE</b>.</li> <li>&gt; AA très rare ⚡ au sein des protéines</li> <li>&gt; AA fluorescent = absorbe à 280nm (UV). ⚡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Précurseur de la <b>sérotonine</b></li> </ul>	nulle (=AA neutre)
② PHENYLALANINE (PHE)		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 1 C*</li> <li>&gt; Cycle benzène = noyau PHENYLE.</li> <li>&gt; AA qui absorbe à 260nm (= UV).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Précurseur de la <b>noradrénaline</b> ⚡</li> <li>&gt; Précurseur de l'<b>adrénaline</b> ⚡</li> <li>&gt; Précurseur de la <b>tyrosine</b></li> </ul>	nulle (=AA neutre)
③ TYROSINE (TYR)		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 1 C*</li> <li>&gt; Cycle benzène + OH en position para (C4) = noyau PHENOL</li> <li>&gt; AA qui absorbe à 280nm ⚡ (= UV)</li> <li>&gt; AA Phosphorylable ⚡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Précurseur de la <b>DOPA</b></li> <li>&gt; Précurseur de la <b>mélanine</b></li> <li>&gt; Précurseur des <b>Hormones thyroïdiennes</b> ⚡</li> </ul>	nulle (=AA neutre)

## 3- LES ACIDES AMINES DICARBOXYLIQUES = AA ACIDES

= possèdent deux fonctions carboxyliques ⚡ (COOH) et une fonction amine ⚡ (NH2)

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (pH 7)
① ACIDE ASPARTIQUE (= aspartate) (ASP)		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 1 C*</li> <li>&gt; Le plus acide ⚡ des AA</li> <li>&gt; Chaîne latérale à 2 C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Précurseur des bases <b>pyrimidiques</b> ⚡⚡ (ADN+ARN)</li> <li>&gt; Constitue des points d'attache de certaines <b>protéines à la membrane cellulaire</b> (via des ancrs glypiées).</li> <li>&gt; C'est un <b>intermédiaire</b> du cycle de l'urée.</li> </ul>	<b>négative</b> ⚡ (=AA acide)
② ACIDE GLUTAMIQUE (= glutamate) (GLU)	 = Acide-γ-carboxylique	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 1 C*</li> <li>&gt; Moins acide que l'A. aspartique.</li> <li>&gt; Chaîne latérale à 3 C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Précurseur du <b>GABA</b> ⚡⚡⚡</li> <li>&gt; AA le plus présent dans les protéines.</li> </ul>	<b>négative</b> ⚡ (=AA acide)

## 4- LES 2 ACIDES AMINES AMIDES

= dérivent de l'aspartate et du glutamate par amidification = substitution du OH par une fonction NH<sub>2</sub> au niveau de la fonction R-COOH des acides aspartique et glutamique

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
<b>1</b> <b>ASPARAGINE</b> <b>(ASN)</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ {}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	<p>➤ 1 C*</p>	<p>➤ Site de N-glycosylation</p> <p>➤ Dérive de l'acide aspartique par amidification</p> <p>➤ <u>Transport</u> de l'azote dans le sang</p>	nulle (=AA neutre)
<b>2</b> <b>GLUTAMINE</b> <b>(GLN)</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ {}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$	<p>➤ 1 C*</p>	<p>➤ Dérive de l'acide glutamique par amidification</p> <p>➤ <u>Transport</u> de l'azote dans le sang</p>	nulle (=AA neutre)

## 5- LES ACIDES AMINES DIBASIQUES

= Possèdent deux fonctions basiques et une fonction carboxylique (COOH)

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
<b>1</b> <b>LYSINE</b> <b>(LYS)</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ {}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	<p>➤ 1 C*</p>	<p>➤ AA pouvant subir 3 modifications post-traductionnelles : <b>acétylation, méthylation, ubiquitinylation</b></p> <p>➤ Peut fixer des coenzymes (biotine)</p>	positive (=AA basique)
<b>2</b> <b>ARGININE</b> <b>(ARG)</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ {}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ {}^+\text{H}_2\text{N}-\text{C}=\text{NH}_2 \end{array}$	<p>➤ 1 C*</p> <p>➤ Un noyau <b>guanidium</b> très basique = radical le plus polaire et hydrophile.</p>	<p>➤ Précurseur du <b>monoxyde d'azote</b> (grâce à la NO-synthase)</p> <p>➤ Si hydrolyse → urée + ornithine</p>	positive (=AA basique)
<b>3</b> <b>HISTIDINE</b> <b>(HIS)</b>	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ {}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_5\text{H}_4\text{N}^+ \end{array}$	<p>➤ 1 C*</p> <p>➤ Un noyau <b>imidazole</b></p>	<p>➤ Retrouvé dans le <b>site actif d'enzymes</b></p> <p>➤ Précurseur de l'<b>histamine</b></p>	positive (=AA basique)

6- LES ACIDES AMINES ALCOOLS= POSSEDENT UN GROUPEMENT OH DANS LE RADICAL => PEUT ETRE ESTERIFIE PAR AJOUT D'UN GROUPEMENT PHOSPHATE => AA Phosphorylable (-OH) ☺

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
<b>1</b> SERINE (SER)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Alcool primaire</li> <li>➤ <b>Phosphorylable</b> ☺</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Site de <b>O-glycosylation</b></li> <li>➤ Synthétisée à partir de l'alanine</li> </ul>	nulle (=AA neutre)
<b>2</b> THREONINE (THR)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 C*</li> <li>➤ Alcool secondaire</li> <li>➤ <b>Phosphorylable</b> ☺</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Site de <b>O-glycosylation</b></li> </ul>	nulle (=AA neutre)

7- LES ACIDES AMINES SOUFRES

= POSSEDENT UN ATOME DE SOUFRE DANS LE RADICAL

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
<b>1</b> CYSTEINE (CYS)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Fonction thiol (-SH).</li> <li>➤ Si oxydation : formation de pont S-S ☺</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Présent dans le site actif d'enzymes ☺ ;</li> <li>➤ Synthétisé à partir de l'alanine ;</li> <li>➤ Présent dans le <b>glutathion</b> (cofacteur de la glutathion peroxydase).</li> </ul>	nulle (=AA neutre)
<b>2</b> METHIONINE (MET)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ Fonction thioether</li> <li>→ pas de pont S-S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rôle dans l'<u>initiation</u> de la <b>synthèse</b> des protéines ;</li> <li>➤ Donneur de <b>groupements méthyles</b> (CH<sub>3</sub>)</li> </ul>	nulle (=AA neutre)

8- LA PROLINE (= IMINOACIDE)

= POSSEDE UNE FONCTION AMINE SECONDAIRE = IMINE

	FORMULE CHIMIQUE	STRUCTURE	ROLE BIOLOGIQUE	CHARGE GLOBALE DE L'AA (PH 7)
<b>PROLINE</b> (PRO)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{HN}-\text{C}-\text{H} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{C} \\   \\ \text{H}_2 \end{array}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 C*</li> <li>➤ présence d'un noyau <b>pyrrole</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Empêche la formation des hélices α</li> </ul>	nulle (=AA neutre)

**AVIS AUX ETUDIANTS**

Cette **fiche de cours** correspond à la première partie du cours sur les protéines. Afin de ne pas dénaturer l'aspect transversal des QCM d'annales sur les AA, ces derniers seront distribués une fois que les notions abordées en cours seront suffisantes à leur résolution.

Par ailleurs, un tableau récapitulatif reprenant l'**ensemble des caractéristiques des acides aminés** sera distribué une fois que toutes les propriétés physicochimiques des acides aminés ( =>**polarité, caractère essentiel**) auront été abordées.

QCM